



⑪ **BUNDESREPUBLIK**  
**DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES**  
**PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 25 528 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 05 D 1/36**  
B 41 M 1/14  
B 05 B 12/00  
B 05 B 13/04  
B 44 D 3/08

②① Aktenzeichen: 195 25 528.3  
②② Anmeldetag: 13. 7. 95  
④③ Offenlegungstag: 16. 1. 97

**DE 195 25 528 A 1**

⑦① Anmelder:  
Kempf, Bernhard, Dipl.-Ing., 52072 Aachen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Kohlmann, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52064 Aachen

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder  
  
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 34 14 024 C2  
DE 43 20 809 A1  
DE 42 09 279 A1  
DE 38 22 835 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum automatischen Auftragen verschiedener Farben auf Oberflächen

⑤⑦ Um ein Verfahren zu schaffen, mit dem sich automatisch verschiedene Farben auf beliebige Oberflächen, insbesondere auch Motive aufbringen lassen, wird erfindungsgemäß ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem

- zuvor und/oder während des Farbauftrages die Oberfläche, insbesondere mit Sensoren erfaßt wird,
- die Daten der Oberfläche, insbesondere die Koordinaten jedes erfaßten Punktes gespeichert werden,
- die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung eines räumlichen Vektors zu den jeweiligen Oberflächendaten mit vorgegebenen Solldaten für die Position eines Farbauftragskopfes verglichen werden und bei einer vorgegebenen Soll/Ist-Abweichung die Position des Farbauftragskopfes während des Farbauftrags korrigiert wird und/oder die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung des räumlichen Vektors zu den jeweiligen Oberflächendaten ausgelesen und in eine definierte Position des Farbauftragskopfes in Bezug zur Oberfläche während des Farbauftrags umgesetzt werden
- und der Farbauftrag mittels des Farbauftragskopfes durch eine zuvor abgespeicherte Vorlage mit den für die Bildpunkte erforderlichen Informationen zur Farbe und/oder Schichtdicke gesteuert wird.

**DE 195 25 528 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Auftragen verschiedener Farben auf Oberflächen mit beliebiger Form und in beliebiger Anordnung, bei dem ein schneller Wechsel zwischen den Farben ohne Unterbrechung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien sowie unterschiedlicher Schichtdicken möglich ist.

Konturiert meint im Zusammenhang mit der Erfindung, daß die Farbflächen und Linien in Abhängigkeit der Größe der gesamten beschichteten Fläche und vom regelmäßigen Betrachtungsstandpunkt so aufgetragen werden können, daß sich für den Betrachter jeweils eine scharf erscheinende Abbildung, beispielsweise eines Motivs, ergibt.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren zum automatischen Beschichten von Werkstückoberflächen, wie beispielsweise Karosserieteilen, mit einer Spritzpistole bekannt. Mit derartigen Vorrichtungen läßt sich jedoch jeweils nur eine Lackfarbe auf die Oberfläche auftragen. Ein Wechsel zwischen unterschiedlichen Farben erfordert Umrüstarbeiten.

Ein derartige Vorrichtung geht beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift 3822835 hervor. Zwar ist bei dieser Anordnung die Spritzpistole mit einem mit mehreren Farben beaufschlagbaren Farbverteiler verbunden, jedoch erfordert jeder Farbwechsel eine Unterbrechung des Farbauftrages und eine Reinigung der Lackierstation mit einem Lösemittel.

Aus der deutschen Patentschrift 3414024 ist ein Beschichtungsgerät für Schiffshüllen bekannt, mit dem gewölbte Flächen gleichmäßig und automatisch mit einer Farbe beschichtet werden können. Über Abstandsmeßeinrichtungen sowie eine Steuereinrichtung wird ein im wesentlichen konstanter Abstand zwischen dem Beschichtungswerkzeug der Vorrichtung und der zu beschichtenden Fläche bei dessen Auf- und Abwärtsbewegung eingehalten. Auch mit dieser Vorrichtung lassen sich gewölbte Oberflächen nur mit einer Farbe beschichten. Insbesondere ist kein schneller Wechsel zwischen unterschiedlichen Farben möglich.

Aus dem Gebiet der Airbrushtechnik sind bereits Verfahren zum Auftragen verschiedener Farben bekannt. Die deutsche Offenlegungsschrift 4320809 beschreibt ein Verfahren, bei dem ohne Unterbrechung des Farbauftrages aus den drei Grundfarben rot, gelb und blau sowie den Farben schwarz und weiß herstellbare Farbmischungen aufgetragen werden können. Die flüssigen Farben werden mittels Pumpen durch separate Schläuche zur Spritzdüse auf Förderhöhe geführt, dort mit Druckluft gemischt und auf die Malfläche gespritzt. Dieses Verfahren läßt jedoch keinen automatischen Farbauftrag zu. Eine Automatisierung käme auch gar nicht in Betracht, da die zur Durchführung des Verfahrens beschriebene Anordnung zwischen unterschiedlichen Farben nicht so schnell wechseln kann, wie es zum unterbrechungslosen automatischen Farbauftrag erforderlich ist, bei dem die Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien, d. h. die automatische Erstellung von beispielsweise farbigen Bildern mit beliebigen Motiven möglich ist.

Weiter sind aus der Automobiltechnik Verfahren und Vorrichtungen zum automatischen Beschichten von Gegenständen mit einer Spritzvorrichtung nach einem Programm bekannt, bei dem einige die Oberfläche beschreibende Daten nach dem "Teach In"-Verfahren zuvor in das Programm eingegeben werden. Mit derarti-

gen Verfahren lassen sich jedoch allenfalls unregelmäßige Formen, wie beispielsweise Karosserieteile gleichmäßig berührungslos mit einer Farbe beschichten, jedoch ist mit derartigen Verfahren kein automatisches Auftragen von Bildern und Motiven auf nahezu beliebige Körper möglich. Die deutsche Offenlegungsschrift DE 42 09 279 verdeutlicht beispielsweise, daß die Programme zur Erfassung der zu beschichtenden Oberfläche möglichst einfach strukturiert sind, um diese schnell für unterschiedlich geformte Objekte anpassen zu können. Derartige Programme, mit denen automatisch unterschiedliche Gegenstände beschichtet werden können, berücksichtigen daher nicht die Einzelheiten der zu beschichtenden Oberfläche. Dies ist für einen Farbauftrag mit nur einer Farbe auch unschädlich.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde erstmals ein Verfahren zu schaffen, mit dem sich automatisch verschiedene Farben auf Oberflächen mit beliebiger Form und in beliebiger Anordnung aufbringen lassen, bei dem ein schneller Wechsel zwischen den Farben ohne Unterbrechung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien möglich ist.

Die Lösung basiert auf dem Gedanken, die zuvor in einer Datei abgespeicherten Farbinformationen zu jedem Bildpunkt auf die ebenfalls erfaßte Oberfläche zu übertragen, wobei es für das erfindungsgemäße Verfahren nicht genügt, lediglich den Abstand des Farbauftragskopfes zur Oberfläche zu steuern, sondern seine gesamte Position, d. h. der Abstand, der Anstellwinkel sowie dessen Lage zur Oberfläche muß ständig kontrolliert werden.

Im einzelnen wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß

- zuvor und/oder während des Farbauftrages die Oberfläche mit Sensoren abgetastet wird,
- die Daten der Oberfläche, insbesondere die Koordinaten jedes abgetasteten Punktes gespeichert werden,
- die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung eines räumlichen Vektors mit vorgegebenen Solldaten für die Position eines Farbauftragskopfes verglichen werden und bei einer vorgegebenen Soll/Ist-Abweichung die Position des Farbauftragskopfes während des Farbauftrags korrigiert wird und/oder die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung des räumlichen Vektors ausgelesen und in eine definierte Position des Farbauftragskopfes in Bezug zur Oberfläche während des Farbauftrags umgesetzt werden
- und der Farbauftrag mittels eines Farbauftragskopfes durch eine zuvor abgespeicherte Vorlage mit den für die Bildpunkte erforderlichen Farbinformationen gesteuert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zum Auftragen sämtlicher fließfähiger Stoffe, die die Oberfläche eines beliebigen Körpers und/oder dessen Eigenschaften selbst verändern (:= Farbe). Es ist nicht auf den Auftrag von Lacken oder dergleichen beschränkt.

Unabhängig vom Leitungsquerschnitt und den Fließeigenschaften der aufzutragenden Farben läßt sich ein Höhenunterschied zwischen den Farbbehältern und dem Farbauftragskopf durch einen entsprechenden Überdruck in jedem Behälter für die Farben ausgleichen. Diese Verfahrensweise erfordert lediglich einen Regelkreis, um den Höhenunterschied zwischen Behäl-

ter und Farbauftragskopf zu kompensieren.

Insbesondere in Verbindung mit einem Farbauftragskopf gem. Anspruch 5 folgende ist der Ausgleich des Höhenunterschiedes mittels Überdruck vorteilhaft, da dasselbe gasförmige Druckmittel von einem zentralen Verdichter sowohl zum Ausgleich des Höhenunterschieds als auch zum Betrieb des Farbauftragskopfes verwendet werden kann.

Zur Positionierung des Farbauftragskopfes beim Farbauftrag auf Oberflächen mit beliebiger Form und in beliebiger Anordnung ist eine Positioniervorrichtung erforderlich, die den Abstand und den Anstellwinkel des Farbauftragskopfes sowie dessen Lage zur Oberfläche verändern kann. Herkömmliche X, Y, Z Automaten erfüllen diese Aufgabe nicht, da sie den Anstellwinkel nicht aktiv beeinflussen können. Der für das Verfahren erforderliche schnelle Wechsel zwischen den Farben ohne Unterbrechung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien ist insbesondere mit einem Farbauftragskopf nach Anspruch 5 ff. möglich.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 4320809 ist ein Farbauftragskopf bekannt, der sechs um einen Luftkanal angeordnete Farbzuführungs Kanäle besitzt. Die Farbmenge und -mischung wird bei dem bekannten Farbauftragskopf über die Zu- und Abschaltung sowie Regelung der elektrischen Tauchpumpen in den einzelnen Farbbehältnissen gesteuert. Die sternförmig um das Luftrohr angeordneten Farbzuführungs Kanäle sind im Mündungsbereich in Richtung des aus dem Luftleitkanal austretenden Luftstrahls abgewinkelt. Der Luftstrahl dient dem Transport der sich aus den unterschiedlichen Farben bei deren Zusammentreffen bildenden Mischfarbe in Richtung der zu beschichtenden Oberfläche. Für die Förderung der Farbe vom Behälter zum Farbauftragskopf ist in jedem Fall die elektrische Tauchpumpe im Farbbehälter notwendig, da der Luftstrahl die Farben in die Zuführungsleitungen zurückdrückt.

Bei Verwendung des Farbauftragskopfes gem. der Erfindung können die für jede einzelne Farbe erforderlichen Pumpen und die damit verbundenen Maßnahmen zur Konstanzhaltung des Druckes im Leitungssystem entfallen, da bei geeigneter Anordnung der Mündungen der Farbzuführungs Kanäle sowie des Druckmittelkanals die Strömungsenergie des austretenden Druckmittels die Farbe aus jedem Farbzuführungs Kanal nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe mitreißt und einen Farbstrahl bildet. Hierdurch herrschen für sämtliche Farbkomponenten gleiche Ansaugverhältnisse, so daß ein Abschalten des Druckmittels gleichzeitig eine Beendigung des Farbauftrags zur Folge hat.

Der Bereich des Farbstrahles mit dem kleinsten Querschnitt soll im Folgenden Brennpunkt des Farbstrahles genannt werden und wird durch Mittel zum Fokussieren bzw. Verändern des Farbstrahls erzeugt. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist ein solches Mittel zum Fokussieren eine ringförmige Öffnung für gasförmige Druckmittel, die die Farbzuführungs Kanäle umgibt. Ein solches Fokussiermittel hat den Vorteil, daß sowohl die Stabilisierung und Optimierung des Farbstrahls, das Fördern der Farbe sowie das Fokussieren mit nur einem Medium erfolgt. Sind die Farben elektrostatisch aufladbar, kann mindestens eine Spule oder ein anderes Mittel zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes im Bereich des Farbstrahls den Farbstrahl fokussieren, wobei eine solche Spule auch zusätzlich zu einer ringförmigen Öffnung für gasförmige Druckmittel vorgesehen sein

kann. Eine Spule oder ein anderes Mittel zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes wäre auch zum Beeinflussen der Farbmenge bei elektrostatisch aufladbaren Farben denkbar. In gewissen Grenzen läßt sich der Brennpunkt des Farbstrahles durch eine in Richtung der Farbzuführungs Kanäle verschiebbare Hülse mit den Merkmalen des Anspruchs 9 verändern. Ohne Verändern des Abstandes oder der Ausrichtung des Farbauftragskopfes zur Oberfläche läßt sich mittels einer solchen Hülse die Breite des Farbauftrages unproblematisch variieren oder ein absolut gleichmäßiger Farbauftrag auf mäßig unebener Oberfläche erzielen. Dies hat den Vorteil, daß ein zusätzliches Schwingen der Positioniervorrichtung in X-Richtung stark reduziert und die gewünschte Position des Farbauftragskopfes schneller erreicht wird.

Der Farbstrahl läßt sich durch geeignete Mittel wie beispielsweise magnetische Felder oder Luftablenkdüsen derart beeinflussen, daß beispielsweise die Gravitationsablenkung des Farbstrahls kompensiert wird. Ebenso läßt sich der Farbstrahl nicht nur bei schwer zugänglichen Stellen durch Anstellen der Düse und/oder durch ablenkende Kräfte auf die Oberfläche ausrichten.

Auf besonders einfache Art und Weise kann die Farbmenge durch bestrombares piezoelektrisches Material, insbesondere im Mündungsbereich der Farbzuführungs Kanäle beeinflußt werden. Die Anordnung der Mittel zum Beeinflussen der Farbmenge im kleinsten Querschnitt der Farbzuführung ermöglicht extrem kurze Verschuß- und damit Reaktionszeiten beim Wechsel der Farbe, was für einen Farbauftrag unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien von großer Bedeutung ist.

Anstelle der Quarze kommen jedoch auch sämtliche anderen Mittel zum Beeinflussen der Farbmenge in Betracht, mit denen sich ein konstantes Volumen Farbe dem Farbstrahl zuführen läßt. Zu denken ist hier beispielsweise an Dosierpumpen oder piezoelektrische Materialien, die die Farbe fördern und ausdrücken. Wichtig ist lediglich, daß über ein oder mehrere automatisch steuerbare, beispielsweise elektrische Signale, eine definierte Menge Farbe dem Farbstrahl zugeführt wird.

Werden mehrere der erfindungsgemäßen Auftragsköpfe insbesondere in mehreren gegeneinander versetzten Reihen angeordnet, erhält man einen Düsenstock, mit dem auf im wesentlichen großen ebenen Flächen nach Art eines Druckers gearbeitet werden kann.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren des näheren erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 Eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 Eine Stirnansicht eines Farbauftragskopfes,

Fig. 3 Schnitt längs der Linie AA der Fig. 2,

Fig. 4 eine Detailansicht eines Farbzuführungs Kanals mit Mitteln zum Beeinflussen der Farbmenge sowie

Fig. 5 eine prinzipielle Darstellung des Verfahrensablaufs beim Auftragen der Farben in unterschiedlicher Schichtdicke.

Die in Fig. 1 gezeigte Anordnung zur Durchführung des Verfahrens besteht im wesentlichen aus einem Rechner (1), einem Farbauftragskopf (4), einer zu beschichtenden Fläche (11) sowie einem Druckbehälter (26), der weitere Behältnisse (14, 15, 16, 17, 18 sowie 19) für die Farben rot, gelb, blau, schwarz und weiß sowie für ein Lösungsmittel aufnimmt. Des weiteren umfaßt die Anordnung eine mit dem Rechner (1) kommunizie-

rende Treiberelektronik (2), die die erforderlichen elektrischen Signale für eine Positioniervorrichtung (5, 6, 7, 34) sowie die Information für die Ansteuerung des Farbauftragskopfes empfängt und in elektrische Signale umsetzt. Der Rechner (1) kann abweichend von dem Ausführungsbeispiel nach Funktionen getrennt in einen oder mehrere Haupt- und einen oder mehrere Nebenrechner aufgeteilt sein, die untereinander beispielsweise über Datenfunkstrecken verbunden sind. Des weiteren nimmt die Treiberelektronik (2) die erforderlichen Daten bei der Oberflächenerkennung und wichtiger Messungen, wie Druck, Abstandsmessung, etc. auf und gibt sie an den Rechner weiter. Die Treiberelektronik kann, um den Rechner (1) nicht während des Auftragsprozesses zu blockieren auch einen eigenen Speicher und die dafür erforderliche Elektronik, bzw. sogar einen integrierten Rechner aufweisen. Dies bietet auch bei der Oberflächenaufnahme den Vorteil der Unabhängigkeit vom Rechner (1).

Mit einer Sensoreinheit (8, 9) bestehend aus einem Sender (8) sowie einem Empfänger (9) wird zuvor und/oder während des Farbauftrages die zu beschichtende Oberfläche (11) abgetastet.

Ferner umfaßt die erfindungsgemäße Anordnung eine Reinigungseinheit, bestehend aus einem Reinigungskopf (12), dem Lösungsmittelbehälter (19), verschiedenen Leitungen und Spül- und Reinigungsventilen (29, 31) sowie einem Spülbehälter (30).

Der insgesamt mit (4) bezeichnete Auftragskopf dient dem Mischen und Auftragen der Farben, die aus Grundfarben, die für die Herstellung der gewünschten Farben geeignet sind (im Beispiel: rot, gelb und blau; vgl. Behältnisse 14, 15, 16) und den Zusätzen schwarz und weiß (vgl. Behältnisse 17, 18) gemischt werden.

Eine veränderliche Fokussiereinrichtung (3), die einen Druckluftstrahl um den Farbstrahl (27) erzeugt, fokussiert den Farbstrahl (27) auf den Bildpunkt (10) auf der Oberfläche (11).

Ein Abtasten der Oberfläche (11) während des Farbauftrages kommt insbesondere bei Oberflächen mit einer schwachen Struktur in Frage. Die Oberfläche wird fortlaufend durch die berührungslosen Sensoren (8, 9) abgetastet und die erfaßten Daten werden an den Rechner (1) weitergeleitet, der den Farbstrahl laufend den Erfordernissen der Oberfläche sowie der aufzutragenden Vorlage anpaßt, indem er entweder den Druckluftstrahl mittels der Fokussiereinrichtung (3) verändert oder über die Positioniervorrichtung (5, 6, 7, 34) die Position des Farbauftragskopfes korrigiert sowie die einzelnen Farbmengen für den Farbstrahl steuert. Vorzugsweise genießt die Veränderung des Hüllstrahles Priorität vor der Korrektur über die Positioniervorrichtung, da beim Fokussieren ein Ausschwingen der Positioniervorrichtung entfällt.

Oberflächen mit ausgeprägter Struktur werden vorzugsweise zuvor abgetastet und die gewonnenen Daten in einen Speicher des Rechners (1) eingelesen.

Aus den zuvor und/oder während des Farbauftrages eingelesenen Daten läßt sich mit Hilfe geeigneter, an sich bekannter mathematischer Funktionen die Tangentialebene zu jedem erfaßten Punkt und damit der Normalenvektor ermitteln, der regelmäßig dem Anstellwinkel des Auftragskopfes (4) zur Beschichtung der Oberfläche (11) in diesem Punkt entspricht, so daß der Farbstrahl (27) stets senkrecht auftrifft. Die Stellmotoren (7, 34) der Positioniervorrichtung richten den Farbauftragskopf (4) aus, während eine Achsenpositionierung (5) die Lage des gesamten Auftragskopfes (4) zur Ober-

fläche (11) verändert. Eine die erforderlichen Bewegungen in X-, Y-, Z- Richtung ermöglichende Achsenpositionierung kann beispielsweise der US-Patentschrift 5,266,115 entnommen werden.

Bei sehr großen zu beschichtenden Oberflächen (11) kann es vorteilhaft sein, anstelle einer Achsenpositionierung einen beispielsweise über Seile oder Schienen geführten Rahmen vorzusehen, der den Arbeitsbereich eines raumbeweglichen Armes segmentweise versetzt.

Ein Verdichter (13) erzeugt den erforderlichen Druck im Druckbehälter (26), um den Höhenunterschied zwischen dem Auftragskopf (4) und den Behältnissen für die unterschiedlichen Farben (14, 15, 16, 17, 18) auszugleichen. Die erforderliche Druckluftmenge wird über den aus einem Manometer (22), der Treiberelektronik (2), dem Rechner (1) sowie dem Druckluft-Steuerventil (33) bestehendem Regelkreis geregelt.

Weiter erzeugt der Verdichter (13) die erforderliche Druckluft für den Farbauftragskopf. Die notwendige Druckluftmenge wird über das Druckluft-Steuerventil (33) bestimmt. Die Druckluft verzweigt sich am Farbauftragskopf (4) über ein Druckmittel-Steuerventil (35) in einen Teilstrom für die Fokussiereinrichtung (3) sowie über ein weiteres Druckmittel-Steuerventil (36) in einen weiteren Teilstrom zur Stabilisierung und Förderung des Farbstrahls (27).

Der Farbauftragskopf (4) und dessen Zuleitung können grundsätzlich im Gegen- oder Gleichstrom gereinigt werden.

Für die Gegenstromreinigung wird der Auftragskopf (4) an den Reinigungskopf (12) angekuppelt. Durch Schließen des Druck-Ausgleichsventils (21) sowie der Betriebsventile (28) und Öffnen der Spülventile (29) wird das Lösungsmittel (19) aufgrund des im Behälter (26) herrschenden Überdrucks durch den Reinigungskopf (12), den Auftragskopf (4) und dessen Zuleitung in den Spülbehälter (30) gedrückt. Wird die Reinigung vor oder nach dem Farbauftrag durchgeführt, kann der Spülbehälter (30) auch in dem Druckbehälter (26) aufgestellt werden, so daß das Lösungsmittel nicht über die Spülventile (29), sondern unmittelbar über die Betriebsventile (28) in den Spülbehälter (30) gelangt. Dann ist es allerdings erforderlich, den linken Teil des Druckbehälters (26), in dem der Spülbehälter (30) steht, über das Druck-Ablauf-Ventil (20) zu öffnen.

Für die Gleichstromreinigung ist indes der Reinigungskopf (12) nicht erforderlich. Die Zuleitungen für die Farben aus den Behältnissen (14, 15, 16, sowie die Zusätze 17, 18) werden herausgezogen und in den Lösungsmittelbehälter (19) getaucht. Ein etwa vorhandenes Reinigungsventil (31) sowie das Druckablaßventil (20) wird geschlossen, während das Druck-Ausgleichsventil (21) geöffnet bleibt. In dem Druckbehälter (26) stellt sich aufgrund des arbeitenden Verdichters (13) ein Überdruck ein, so daß das Lösungsmittel (19) durch die Zuleitungen in den Auftragskopf (4) gelangt und von dort aus direkt in den Spülbehälter (30).

Durch die Anordnung gem. Fig. 1 ist es erfindungsgemäß möglich, auf Oberflächen mit beliebiger Form und in beliebiger Anordnung Farben, insbesondere auch in unterschiedlichen Schichtdicken, aufzubringen und ohne Unterbrechung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien beliebige Motive, wie sie beispielsweise in einem Speicher des Rechners (1) abgespeichert sind, automatisch aufzutragen.

Der im Zusammenhang mit einer solchen Anordnung vorzugsweise zu verwendende Farbauftragskopf (4) er-

gibt sich in seinen Einzelheiten aus den Fig. 2, 3 und 4. Dieser Farbauftragskopf ermöglicht die Mischung beliebiger Farben aus den drei Grundfarben sowie den Zusätzen schwarz und weiß sowie einen außerordentlich schnellen Wechsel zwischen den Farben ohne Unterbrechung des Farbauftrages.

Im einzelnen besteht der Farbauftragskopf (4) aus einem Grundkörper (43) mit konzentrisch um einen inneren Luftleitkanal (45) angeordneten Farbzuführungskanälen (46), die ein ringförmiger äußerer Luftleitkanal (44) für Druckluft umgibt.

Eine in Richtung der Farbzuführungskanäle (46) verschiebbliche Hülse (49) ummantelt den Grundkörper (43) unter Ausbildung eines Ringraumes (42) für Druckluft. Der Ringraum (42) mündet stirnseitig in einen ringförmigen, die Öffnungen der Farbaustrittskanäle (46) umgebenden Ringspalt (47), der im gezeigten Ausführungsbeispiel aufgrund der Lage der Hülse zum Grundkörper verschlossen ist. Wird allerdings die Hülse (49) nach rechts verschoben, wird der Ringspalt (47) des Ringraumes freigegeben.

Die verschiebbliche Hülse (49) sowie der Luftleitkanal (44) bilden die Fokussiereinrichtung für die aus den Farbkanälen (46) austretenden einzelnen Farbstrahlen.

Die Hülse (49) wird gegenüber dem Grundkörper (43) mittels einem in Fig. 3 nicht dargestellten Antriebsmittel, wie beispielsweise einen elektrischen Motor, über ein Antriebsrad (40) verstellt.

Wie insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich, läßt sich der freie Querschnitt jedes einzelnen Farbzuführungskanals (46) durch jeweils einen individuell, insbesondere über die Treiberkarte (2) ansteuerbaren bestrombaren Quarz (53) verändern, so daß ohne die Gefahr eines Nachlaufens der Farbe mit außerordentlich kurzen Reaktionszeiten die Farbzufuhr jedes Farbzuführungskanals (46) bis auf den Wert 0 reduziert werden kann.

Diese stufenlose Veränderung der Farbmenge erlaubt sowohl den allmählichen Übergang von einer zur anderen Farbe während des kontinuierlichen Farbauftrags, als auch einen sofortigen Wechsel zwischen unterschiedlichen Farben durch Zu- und Abschalten einzelner Farbkanäle. Infolgedessen ist es mit dem erfindungsgemäßen Farbauftragskopf möglich, ohne Unterbrechung des Farbauftrages Motive zu zeichnen.

Der durch die Luftkanäle (44) und (45) an deren Mündung ausströmende Luftstrom fördert die aus den Farbkanälen (46) austretende Farbe nach dem Wasserstrahlprinzip. Wie insbesondere im Zusammenhang mit Fig. 1 erkennbar, kann durch Regulierung des Luftstroms über das Ventil (36) die Strömung des Farbstrahls gesteuert werden. Der aus dem Ringspalt (47) sowie dem Luftleitkanal (44) austretende Hüllstrahl fokussiert die verschiedenen Farbstrahlen, wobei der in Fig. 1 auf der Oberfläche 11 liegende Brennpunkt des Farbstrahl (27) mittels der verschiebblichen Hülse (49) verlagert werden kann, ohne den Farbauftragskopf (4) selbst bewegen zu müssen.

Das Auftragen der Farbe in unterschiedlicher Schichtdicke ist beispielsweise dann von Bedeutung, wenn eine strukturierte Oberfläche als Vorlage dient und auf die Oberfläche mit beliebiger Form und Anordnung aufgebracht werden soll (Fig. 5a, b, c)). Beispielsweise müssen zunächst die Oberflächendaten der strukturierten Oberfläche (54) erfaßt und als Vorlage abgespeichert werden (Fig. 5a)). Anschließend werden die Daten der zu beschichtenden Oberfläche (55) erfaßt, auf die die Vorlage aufgebracht werden soll. Hat diese Oberfläche eine unregelmäßige Form wie in Fig. 5b)

gezeigt, wird sie zunächst bis zu ihrem höchsten Punkt (56) aufgefüllt. In der durch das Auffüllen gebildeten Ebene (57) liegt dann auch der niedrigste Punkt (58) der zu übertragenden strukturierten Oberfläche (54) (Fig. 5c)). Die erforderliche Schichtdicke erzeugt der Farbauftragskopf in mehreren Schritten, deren Schrittweite (59) von den Eigenschaften der Farbe (Beschichtungswerkstoff) abhängt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Auftragen verschiedener Farben auf Oberflächen (11) mit beliebiger Form und in beliebiger Anordnung, bei dem ein schneller Wechsel zwischen den Farben (14, 15, 16, 17, 18) ohne Unterbrechung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien sowie unterschiedlicher Schichtdicken möglich ist, bei dem

— zuvor und/oder während des Farbauftrages die Oberfläche (11), insbesondere mit Sensoren (8, 9) erfaßt wird,

— die Daten der Oberfläche (11), insbesondere die Koordinaten jedes erfaßten Punktes gespeichert werden,

— die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung eines räumlichen Vektors zu den jeweiligen Oberflächendaten mit vorgegebenen Solldaten für die Position eines Farbauftragskopfes (4) verglichen werden und bei einer vorgegebenen Soll/Ist-Abweichung die Position des Farbauftragskopfes (4) während des Farbauftrags korrigiert wird und/oder die aus den Oberflächendaten errechneten Daten über die Lage und Orientierung des räumlichen Vektors zu den jeweiligen Oberflächendaten ausgelesen und in eine definierte Position des Farbauftragskopfes (4) in Bezug zur Oberfläche (11) während des Farbauftrags umgesetzt werden

— und der Farbauftrag mittels des Farbauftragskopfes (4) durch eine zuvor abgespeicherte Vorlage mit den für die Bildpunkte erforderlichen Informationen zur Farbe und/oder Schichtdicke gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche optoelektronisch abgetastet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Farben (14, 15, 16, 17, 18) dem Farbauftragskopf (4) aus einem Behälter (26) über Zuleitungen zugeführt werden und eine aus einem Höhenunterschied zwischen Behälter (26) und Farbauftragskopf (4) resultierende Druckdifferenz durch einen entsprechenden Überdruck im Behälter (26) ausgeglichen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbauftragskopf (4) mittels einer Positioniervorrichtung (5, 6, 7, 34) zur Oberfläche ausgerichtet wird, die den Abstand und/oder den Anstellwinkel des Farbauftragskopfes (4) sowie dessen Lage (= Position) zur Oberfläche (11) verändert.

5. Farbauftragskopf (4) mit einem Kanäle (44, 45) aufweisenden Grundkörper (43), insbesondere zum Auftragen verschiedener Farben nach dem Verfahren gemäß der Ansprüche 1—4, bei dem ein schneller Wechsel zwischen den Farben ohne Unterbre-

chung des Farbauftrages und unter Ausbildung konturierter Farbflächen und/oder Linien möglich ist,

- mit mindestens zwei konzentrisch um mindestens einen und/oder innerhalb mindestens 5  
einem ringförmigen Kanal (44, 45) für gasförmige Druckmittel angeordneten Farbzuführungskanälen (46), wobei die Mündungen der Farbzuführungskanäle sowie jedes Druckmittelkanals (44, 45) so angeordnet sind, daß mit 10  
Hilfe der Strömungsenergie des Druckmittels die Farbe aus jedem Farbzuführungskanal (46) gefördert und ein Farbstrahl gebildet wird,
- mit vorzugsweise in dem Farbauftragskopf (4) angeordneten Mitteln (53) zum Beeinflus- 15  
sen der Farbmenge,
- sowie Mitteln zum Fokussieren des Farbstrahls (44, 47, 49).

6. Farbauftragskopf (4) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß den freien Querschnitt der 20  
Farbzuführungskanäle veränderndes, die Farbmenge beeinflussendes piezoelektrisches Material in den Farbzuführungskanälen (46), vorzugsweise im Bereich der Mündungen, angeordnet ist.

7. Farbauftragskopf (4) nach Anspruch 5 oder 6, 25  
dadurch gekennzeichnet, daß ein vorzugsweise ringförmiger Kanal (44) für gasförmige Druckmittel die Farbzuführungskanäle (46) umgibt.

8. Farbauftragskopf (4) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der 30  
Farbaustrittskanäle mindestens eine Spule angeordnet ist.

9. Farbauftragskopf (4) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine in Richtung der Farbzuführungskanäle (46) verschiebbliche 35  
Hülse (49) den Grundkörper (43) unter Ausbildung eines Ringraumes für gasförmige Druckmittel ummantelt und der Ringraum stirnseitig in einer ringförmigen, die Öffnungen der Farbaustrittskanäle sowie des Druckmittelkanals umgebenden Aus- 40  
trittsöffnung (47) mündet.

10. Farbauftragskopf (4) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Hülse (49) gegen den Grundkörper (43) und/oder die Hülse (49) gegen den Grundkörper (43) verschieben 45  
läßt.

11. Farbauftragskopf (4) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Messen der Farb- und Mischungsmenge sowie Mittel zum Beeinflussen der Mischungsintensität des 50  
Farbstrahls vorgesehen sind.

12. Düsenstock, gekennzeichnet durch eine Anordnung mehrerer Farbauftragsköpfe nach einem der Ansprüche 5 bis 11, insbesondere mit mehreren gegeneinander versetzten Reihen von Farbauftrags- 55  
köpfen.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

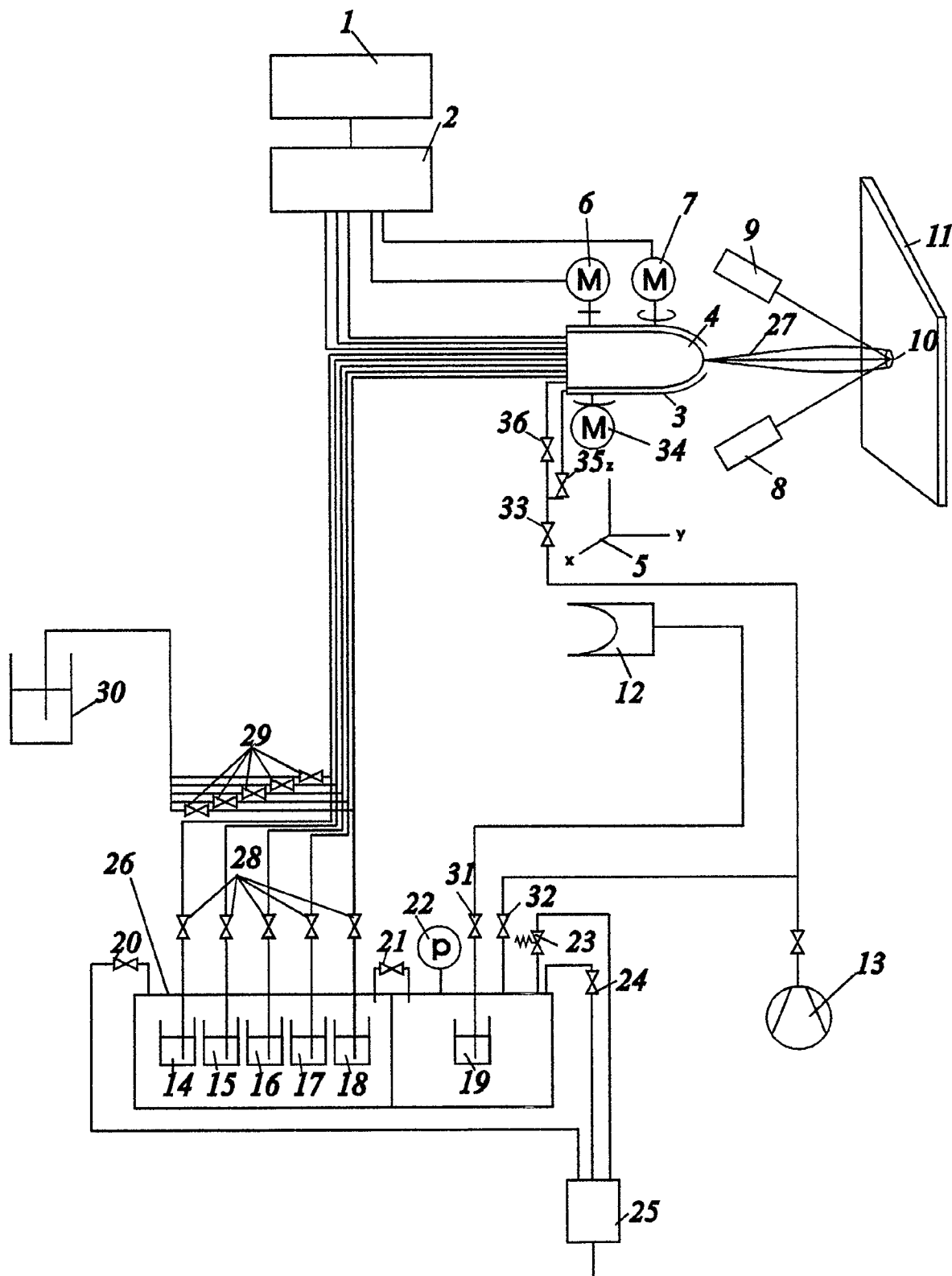
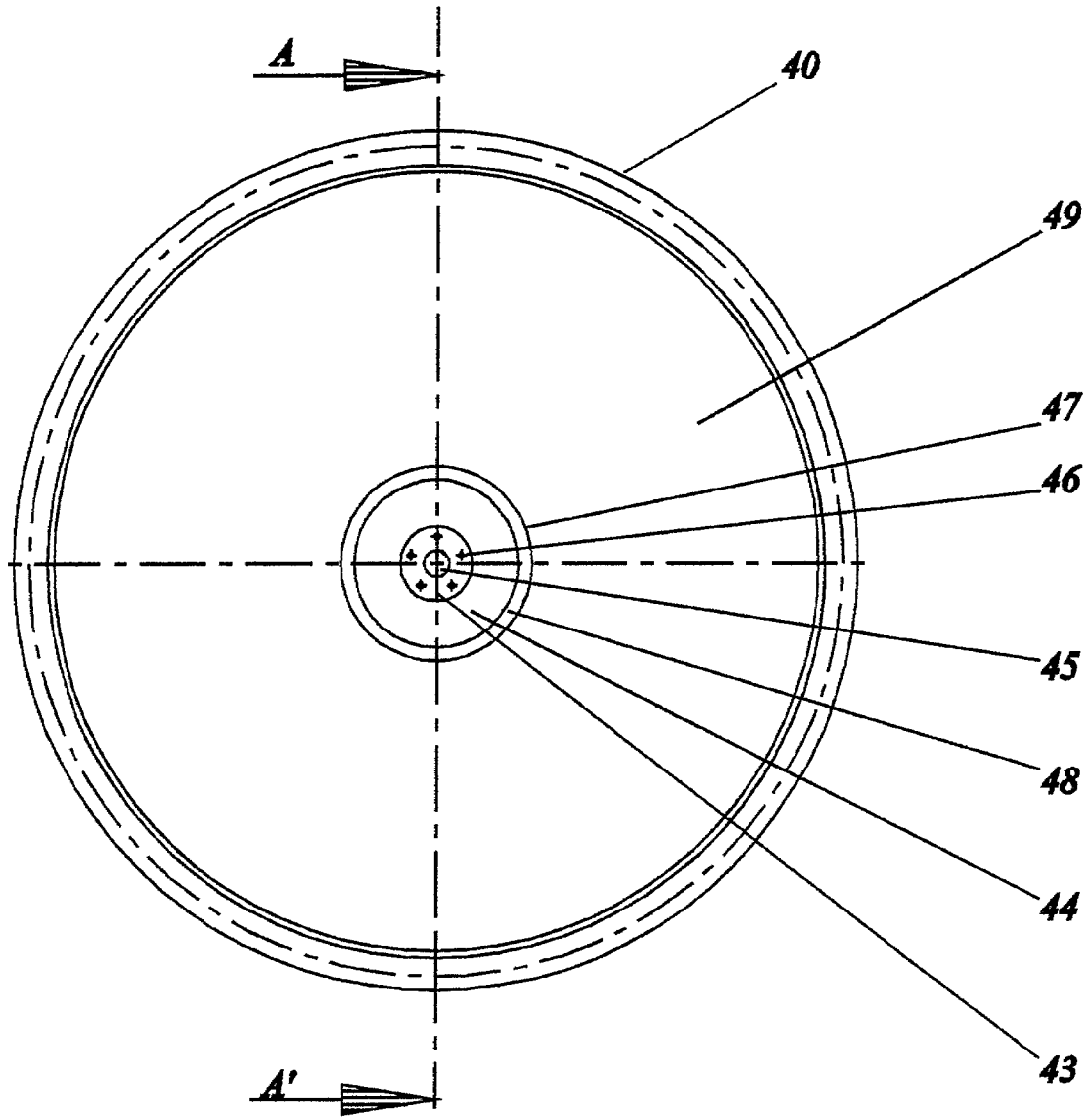
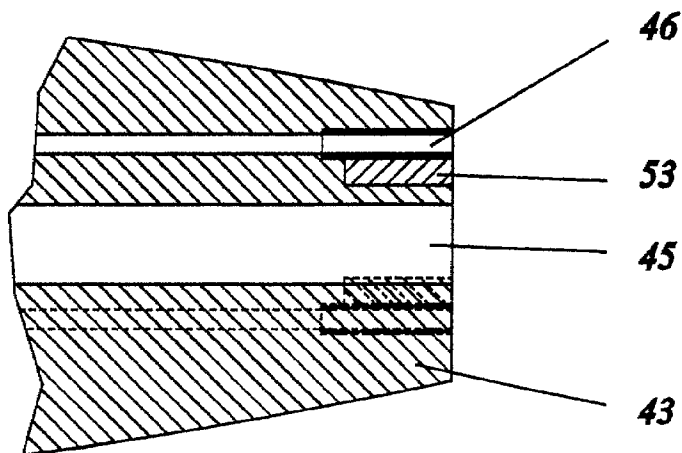


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 4**



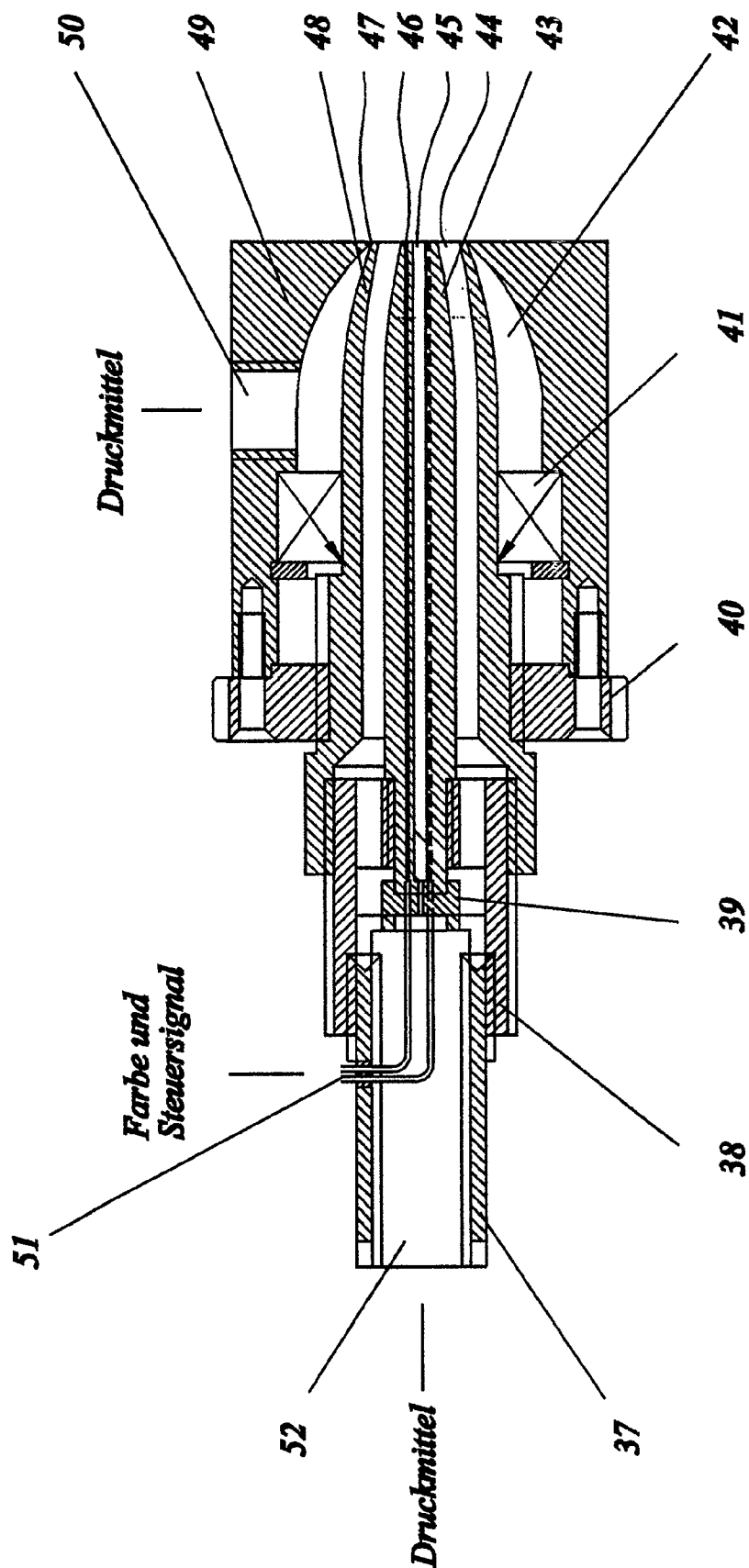
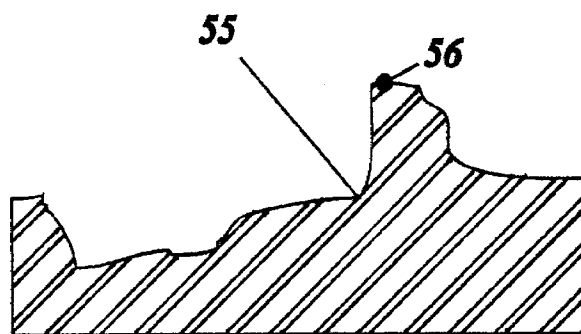


Fig. 3

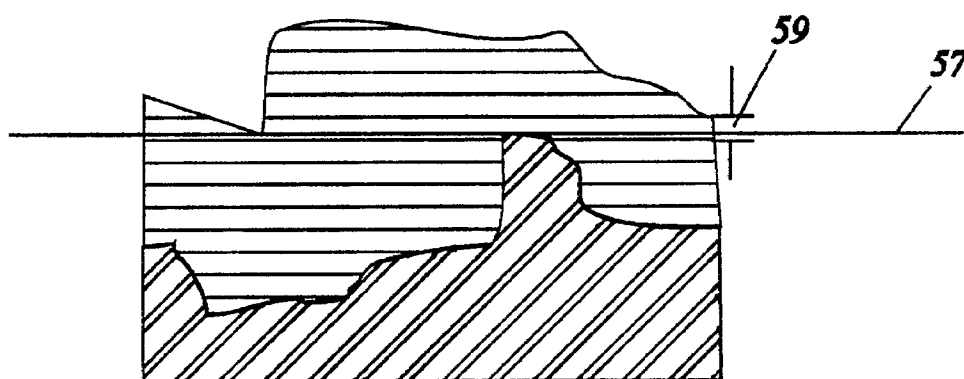
*a)*



*b)*



*c)*



**Fig. 5**